

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России)

ИНСТИТУТ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
Института медицинского образования
по учебной и методической работе,
декан лечебного факультета
Г.А. Кухарчик

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Института медицинского образования
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»
Минздрава России
Е.В. Пармон
«21» мая 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина	НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В МЕДИЦИНЕ <small>(наименование дисциплины)</small>
Специалитет по специальности	31.05.01 Лечебное дело <small>(код специальности и наименование)</small>
Кафедра	математики и естественнонаучных дисциплин

Форма обучения	очная
Год набора	2021
Курс	4
Семестр	7
Занятия лекционного типа	6 час.
Занятия семинарского типа	24 час.
Всего аудиторной работы	30час.
Самостоятельная работа (внеаудиторная)	42 час.
Форма промежуточной аттестации	зачет
Общая трудоемкость дисциплины	72/ 2 (час/зач. ед.)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

- Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 988 от 12.08.2020г. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 31.05.01 Лечебное дело»;
- Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 293н от 21.03.2017 «Об утверждении профессионального стандарта «Врач-лечебник (врач-терапевт участковый)»;
- учебным планом по специальности 31.05.01 Лечебное дело;
- локальными нормативными актами Центра Алмазова.

Составители рабочей программы

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание	Занимаемая должность	Место работы
1.	Михайлова Нинель Вадимовна	к.х.н., доцент	заведующий кафедрой математики и естественнонаучных дисциплин	ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России
2.	Медведев Алексей Николаевич	к.ф.-м.н., доцент	доцент кафедры алгоритмической математики	ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»,
4.	Закревская Светлана Борисовна	к.пед.н.	Ведущий специалист учебно-методического отдела	ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры математики и естественнонаучных дисциплин от 01. 02. 2023г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой математики и естественнонаучных дисциплин

/Н.В. Михайлова/

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий учебно-методическим отделом

к.м.н.

/М.А. Овечкина/

Заведующий центром развития образовательной среды

д.м.н.

/Н.Н. Петрова/

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методического совета Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России «23» мая 2023 г., протокол № 08/2023.

Рецензенты: Литневский А.Л., к.ф.-м. н. доцент кафедры физики Санкт-Петербургского политехнического университета

Пояснительная записка к рабочей программе дисциплины

Рабочая программа по дисциплине «Нейронные сети в медицине» направлена на формирование у обучающегося навыков работы с нейронными сетями, содержащими медицинскую информацию.

Это позволит врачу будущего обладать дополнительными знаниями, умениями, которые согласуются с профессиональным стандартом «Врач-лечебник» по следующим пунктам:

1. Проведение обследования пациента с целью установления диагноза. Для этого используются трудовые действия по установлению диагноза с учетом действующей международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ).
2. Ведение медицинской документации и организация деятельности находящегося в распоряжении среднего медицинского персонала.
3. Анализировать полученные результаты обследования пациента, при необходимости обосновывать и планировать объем дополнительных исследований.
4. Вопросы организации санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий в целях предупреждения возникновения и распространения инфекционных заболеваний.
5. Контролировать выполнение и оценивать эффективность и безопасность реабилитационных мероприятий, в том числе при реализации индивидуальной программы реабилитации или абилитации инвалидов, с учетом диагноза в соответствии с действующими порядками оказания медицинской помощи, клиническими рекомендациями (протоколами лечения) по вопросам оказания медицинской помощи с учетом стандартов медицинской помощи.
6. Проведение противоэпидемических мероприятий в случае возникновения очага инфекции, в том числе карантинных мероприятий при выявлении особо опасных (карантинных) инфекционных заболеваний.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- сформировать у обучающихся знания и умения обработки информации: поиска, получения, очистки, изменения и передачи информации из нейронных сетей и умения использовать полученные знания на практике.
- получить представление о приложениях нейронных сетей в вопросах работы с большими массивами данных и их возможными приложениями в последующей профессиональной деятельности.
- получить представление о видах нейронных сетей и алгоритмах их работы;
- освоить методологию работы с нейронными сетями, содержащими медицинскую информацию;
- ознакомиться с основным программным обеспечением для нейронных сетей.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование базовых знаний и умений по получению, очистке, обработке, передаче, распространению, хранению и представлению информации с использованием нейронных сетей;
- получение представления о видах нейронных сетей и алгоритмах их работы;
- приобретение навыков работы с нейронными сетями, содержащими медицинскую информацию;
- формирование представления о возможных приложениях теории нейронных сетей в будущей профессиональной деятельности.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

В результате изучения программы дисциплины у обучающегося формируются следующие универсальные компетенции (УК):

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Проводит критический анализ проблемной ситуации и формулирует оценочные суждения
		УК-1.2 Применяет системный подход при планировании и решении задач в профессиональной области
		УК-1.3 Вырабатывает стратегию действий решения проблемы, формулирует гипотезу, предполагает конечный результат
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 Выявляет и оценивает опасные ситуации, факторы риска среды обитания, влияющих на состояние здоровья популяции или отдельных групп населения

В результате изучения программы дисциплины у обучающегося формируются следующие общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональных компетенций	Индикаторы достижения компетенции
Здоровый образ жизни	ОПК-2. Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике, формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения	ОПК-2.2 Осуществляет комплекс мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья и включающий в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения и распространения заболеваний
Диагностические инструментальные методы обследования	ОПК-4. Способен применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследования пациента с целью установления диагноза	ОПК-4.1 Применяет и оценивает результаты использования медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных порядком оказания медицинской помощи
Информационная грамотность	ОПК-10. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-10.1 Использует современные информационные, коммуникационные средства и библиографические ресурсы в профессиональной деятельности

		ОПК-10.2 Использует информационные технологии при решении медико-биологических задач
Научная и организационная деятельность	ОПК-11. Способен подготавливать и применять научную, научно-производственную, проектную, организационно-управленческую и нормативную документацию в системе здравоохранения	ОПК-11.1 Осуществляет поиск, отбор и анализ научной, нормативно-правовой и организационно-распорядительной документации, применяет полученные результаты в соответствии с целями и задачами профессиональной деятельности.

В результате изучения программы дисциплины у обучающегося формируются следующие профессиональные компетенции (ПК):

Тип задач профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции	Индикаторы достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-6. способность к проведению анализа научной литературы и публичному представлению медицинской информации	ПК-6.1 Умеет работать с научной и справочной литературой, электронными научными базами (платформами) и владеет современными технологиями поиска научной информации
		ПК-6.2 Представляет результаты анализа научной литературы в виде публичного выступления или письменного доклада
		ПК-6.3 Принимает участие в научных дискуссиях, проявляя умение аргументировать свое научное мнение и формулировать гипотезу

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в Блок 1 Дисциплины (модули) учебного плана по специальности 31.05.01 Лечебное дело, в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блок «Искусственный интеллект в медицине».

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. Философия
2. Математика в медицинской физике
3. Информационные технологии в медицине
4. Безопасность жизнедеятельности
5. Биостатистика и математическое моделирование

Дисциплина обеспечивает изучение последующих дисциплин учебного плана:

1. Телемедицинские технологии
2. Блок «Искусственный интеллект в медицине»: Роботизированные системы для медицинских инноваций/ Робот-ассистированные и малоинвазивные методы лечения в урологии/ Интегративная нейрофизиология.
3. Блок «Искусственный интеллект в медицине»: Big Data в медицинской визуализации/ Информационные системы с использованием алгоритмов искусственного интеллекта и аналитики больших данных для врачей/ Искусственный интеллект в поддержке принятия врачебных решений
4. Клиническая эпидемиология
5. Медицина чрезвычайных ситуаций

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения программы дисциплины у обучающегося формируются следующие компетенции, установленные программой специалитета:

Код и наименование универсальной компетенции	Индикаторы достижения универсальной компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)	Оценочные средства*, проверяющие результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Проводит критический анализ проблемной ситуации и формулирует оценочные суждения	Знает: методы анализа данных, применяемые в медицине Умеет: анализировать полученную информацию и извлекать из нее основные выводы Имеет навык или владеет: навыками четкой формулировки задач и определения путей их решения	Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР
	УК-1.2 Применяет системный подход при планировании и решении задач в профессиональной области	Знает: основы системного подхода к построению и анализу работы нейронных сетей Умеет: выбирать нужную архитектуру нейронной сети наиболее точно соответствующую поставленной задаче Имеет навык или владеет: анализа данных и результатов обучения нейронной сети	Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР
	УК-1.3 Вырабатывает стратегию действий решения проблемы, формулирует гипотезу, предполагает конечный результат	Знает: основные этапы обучения нейронной сети Умеет: четко формулировать цель обучения нейронной сети Имеет навык или владеет: основной методологией анализа и интерпретации результатов работы нейронной сети	Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР

<p>УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</p>	<p>УК-8.1 Выявляет и оценивает опасные ситуации, факторы риска среды обитания, влияющих на состояние здоровья популяции или отдельных групп населения</p>	<p>Знает: основные виды нейронных сетей, используемых для анализа данных, возникающих в различных задачах эпидемиологии и вопросах здравоохранения Умеет: анализировать, обобщать, воспринимать информацию о возможном воздействии разработанных нейронных моделей и средств моделирования на окружающую среду Имеет навык или владеет: разработки нейронных сетей, способных выявлять и оценивать опасные ситуации, факторы риска среды обитания, влияющих на состояние здоровья популяции или отдельных групп населения</p>	<p>Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР</p>
--	---	--	---

**Оценочные средства: КВ-контрольные вопросы, КЗ-контрольные задания, ТЗ-тестовые задания, СЗ-ситуационные задачи, ПН-практические навыки, Д-устный доклад, Р- реферат, П-презентация и др.*

Код и наименование общепрофессиональных компетенций	Индикаторы достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)	Оценочные средства*, проверяющие результаты обучения
<p>ОПК-2. Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике, формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения</p>	<p>ОПК-2.2 Осуществляет комплекс мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья и включающий в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения и распространения заболеваний</p>	<p>Знает: основные методы глубокого обучения, применяемые для анализа медицинских данных Умеет: применять нейросетевые технологии в задачах обработки медицинских данных</p>	<p>Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР</p>

<p>ОПК-4. Способен применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследования пациента с целью установления диагноза</p>	<p>ОПК-4.1 Применяет и оценивает результаты использования медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных порядком оказания медицинской помощи</p>	<p>Знает: принципы внедрения нейронных сетей в современное медицинское программное обеспечение Умеет: проводить численное и аналитическое исследование математических моделей Имеет навык или владеет: владеет средствами внедрения нейростетевых технологий в практику и медицинскую технику</p>	<p>Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР</p>
<p>ОПК-10. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-10.1 Использует современные информационные, коммуникационные средства и библиографические ресурсы в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: основные принципы разработки и внедрения программного обеспечения Умеет: разрабатывать, тестировать и внедрять в лечебную практику программные модули Имеет навык или владеет: имеет базовые навыки программирования на современном высокоуровневом языке программирования</p>	<p>Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР</p>
	<p>ОПК-10.2 Использует информационные технологии при решении медико-биологических задач</p>	<p>Знает: основные принципы применения современных средств разработки нейронных сетей и глубокого обучения Умеет: использовать основной функционал современных средств разработки программного обеспечения для разработки нейронных сетей Имеет навык или владеет: навыками четкой формулировки задач и определения путей их решения</p>	<p>Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР</p>

ОПК-11. Способен подготавливать и применять научную, научно-производственную, проектную, организационно-управленческую и нормативную документацию в системе здравоохранения	ОПК-11.1 Осуществляет поиск, отбор и анализ научной, нормативно-правовой и организационно-распорядительной документации, применяет полученные результаты в соответствии с целями и задачами профессиональной деятельности.	Знает: принципы документирования программных решений и моделей, принципы написания научных статей Умеет: создавать, анализировать и дорабатывать техническую документацию Имеет навык или владеет: владеет средствами написания и оценки технической документации программных средств, научных статей	Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР
---	--	--	--

**Оценочные средства: КВ-контрольные вопросы, КЗ-контрольные задания, ТЗ-тестовые задания, СЗ-ситуационные задачи, ПН-практические навыки, Д-устный доклад, Р- реферат, П-презентация и др.*

Код и наименование профессиональной компетенции	Индикаторы достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)	Оценочные средства*, проверяющие результаты обучения
ПК-6. способность к проведению анализа научной литературы и публичному представлению медицинской информации	ПК-6.1 Умеет работать с научной и справочной литературой, электронными научными базами (платформами) и владеет современными технологиями поиска научной информации	Знает: основные принципы и требования разработки нейронных сетей и программного обеспечения Умеет: использовать современное программное обеспечение для оформления результатов научно-исследовательской работы Имеет навык: структурного изложения результатов анализа медицинских данных средствами машинного обучения на основании нейронных сетей	Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР
	ПК-6.2 Представляет результаты анализа научной литературы в виде публичного выступления или письменного доклада	Знает: основную терминологию глубокого обучения и его место в общей научной проблематике искусственного интеллекта, в частности вопросах анализа медицинских данных Умеет: анализировать, визуально представлять и обобщать процесс обучения и результаты работы нейронных сетей Имеет навык или владеет: владеет средствами визуализации данных	Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР

	<p>ПК-6.3 Принимает участие в научных дискуссиях, проявляя умение аргументировать свое научное мнение и формулировать гипотезу</p>	<p>Знает: основные задачи медицинской проблематики, допускающие возможность применения нейронных сетей Умеет: правильно и аргументировано обосновать необходимость использования соответствующей нейронной архитектуры в различных научно-исследовательских задачах медицинской проблематики Имеет навык или владеет: владеет средствами оценки степени точности результатов обучения нейронных сетей и результатов их работы</p>	<p>Для текущего контроля: КВ; СЗ Для промежуточной аттестации: ПРР</p>
--	--	--	---

**Оценочные средства: КВ-контрольные вопросы, КЗ-контрольные задания, ТЗ-тестовые задания, СЗ-ситуационные задачи, ПН-практические навыки, Д-устный доклад, Р- реферат, П-презентация и др.*

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

4.1 Объем дисциплины в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную внеаудиторную работу обучающихся

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	Курс -4
		семестр -7
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	30	30
Из них:		
Занятия лекционного типа	6	6
Занятия семинарского типа	24	24
Самостоятельная внеаудиторная работа (всего)	42	42
Промежуточная аттестация		зачет
Общая трудоемкость дисциплины	часы	72
	зач.ед.	2
Из них на практическую подготовку*	12	12

**Практическая подготовка (ПП) - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.*

1. 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов занятий

Наименование разделов дисциплины	Контактная работа, академ. ч		Самостоятельная внеаудиторная работа	Всего	Из них на практическую подготовку*
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа			
Курс- 4 семестр - 7					
Введение в теорию нейронных сетей	2	8	20	30	6
Основные архитектуры нейронных сетей	4	16	22	42	6
ИТОГО	6	24	42	72	12

**Практическая подготовка (ПП) - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.*

4.3 Тематический план занятий лекционного типа (по семестрам)

№ п/п	Наименование темы занятия	Часы, в том числе на ПП*	Краткое содержание занятия	Перечень индикаторов достижения компетенций, формируемых в процессе освоения темы	Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия**	Оценочные средства для текущего контроля***
Курс- 4 семестр - _7						
Введение в теорию нейронных сетей						
1.	Тема 1.1 Введение	2	История возникновения и основные этапы развития искусственных нейронных сетей. Модель искусственного нейрона. Искусственные нейронные сети прямого распространения. Понятие глубокого обучения. Обзор основных прикладных задач, решаемых глубоким обучением.	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4	Мультимедийное оборудование, презентации	КВ, СЗ
	Тема 1.2. Обучение искусственных нейронных сетей.		Проблема исключяющего или. Граф вычислений и дифференцирование на графе вычислений. Полносвязные нейронные сети. Функции активации и их варианты. Метод обратного распространения ошибки. Стохастический градиентный спуск. Слои и векторизация.	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4	Мультимедийное оборудование, презентации	КВ, СЗ
	Тема 1.3. Регуляризация и численная оптимизация искусственных нейронных сетей		Регуляризация в глубоком обучении. L1 и L2-регуляризация весов. Аугментация выборки. Dropout. Численная оптимизация в глубоком обучении. Метод моментов, метод Нестерова. Адаптивные модификации стохастического градиентного спуска. Нормализация по мини-батчам. Инициализация весов.	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4	Мультимедийное оборудование, презентации	КВ, СЗ
Основные архитектуры нейронных сетей						
2.	Тема 2.1 Сверточные нейронные сети	2	Операция свертки и взятия максимума. Сверточный нейрон. Сверточные нейронные сети. Примеры приложений в задачах компьютерного зрения.	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4	Мультимедийное оборудование, презентации	КВ, СЗ
3.	Тема 2.2 Рекуррентные нейронные сети	2	Задачи обработки последовательностей. Рекуррентные нейронные сети (RNN). Обучение рекуррентных сетей и обратное распространение	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4	Мультимедийное оборудование, презентации	КВ, СЗ

			ошибки сквозь время (BPTT). Слои с памятью. Сети долгой кратковременной памяти (LSTM). Архитектура Gated Recurrent Unit (GRU).			
	Тема 2.3 Современные архитектуры нейронных сетей		Современные сверточные архитектуры. Автокодировщики. Генеративные сети. Генеративно-состязательные искусственные нейронные сети (GAN).	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4	Мультимедийное оборудование, презентации	КВ, СЗ
	Всего за семестр	6				

**Практическая подготовка (ПП)* - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.

** *Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия*: мультимедийная аппаратура, видеoaппаратура, интерактивная доска, презентации, видеофильмы, таблицы, плакаты, макеты, модели, приборы, аппараты, раздаточный материал и др.

*** *Оценочные средства*: КВ-контрольные вопросы, КЗ-контрольные задания, ТЗ-тестовые задания, СЗ-ситуационные задачи, ПН-практические навыки, Д-устный доклад, Р- реферат, П-презентация и др.

4.4 Тематический план занятий семинарского типа (по семестрам)

№ темы	Форма проведения занятия семинарского типа*	Наименование темы занятия	Часы, в том числе на ПП	Краткое содержание занятия	Перечень индикаторов достижения компетенций, формируемых в процессе освоения темы	Оценочные средства для текущего контроля ***
Курс - 4 семестр - 8						
Раздел 1 Введение в теорию нейронных сетей						
1.	<i>практическое занятие</i>	Знакомство с программной средой для разработки ИНН. Сети прямого распространения и их обучение	4 из них 2 на ПП	Знакомство с библиотеками keras и tensorflow. Предварительная обработка данных для обучения. Разработка простейших сетей прямого распространения. Анализ результатов обучения сетей. Практическая подготовка**: Знакомство с библиотеками для разработки искусственных нейронных сетей	ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
2.	<i>практическое занятие</i>	Оптимизация и эксперименты с сетями прямого распространения.	4 из них 2 на ПП	Практические методы борьбы с проблемой переобучения и обзор существующих программных решений. Разработка обучение и отладка сетей прямого распространения. Практическая подготовка**:	ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ

				Приобретение навыков разработки и отладки нейронных сетей для обработки медицинских данных. Математическая модель искусственного нейрона.		
Раздел 2 Классификация и архитектура нейронных сетей						
3.	<i>практическое занятие</i>	Сверточные сети: разработка, эксперименты, оптимизация.	4 из них 2 на ПП	Разработка сверточных нейронных сетей. Особенности архитектуры и обучения сверточных нейронных сетей. Программные методы отладки сверточных сетей. Практическая подготовка**: Анализ возможностей применения сверточных нейронных сетей в медицинских задачах. Сверточная сеть как математическая модель зрения.	ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
4.	<i>практическое занятие</i>		4 из них 2 на ПП			
5.	<i>практическое занятие</i>	Рекуррентные сети: разработка, эксперименты, оптимизация.	4 из них 2 на ПП	Разработка рекуррентных нейронных сетей. Особенности архитектуры и обучения рекуррентных нейронных сетей. Программные методы отладки сверточных сетей. Практическая подготовка**: Анализ возможностей применения сверточных нейронных сетей в медицинских задачах. Рекуррентная сеть как математическая модель памяти	ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
6.	<i>практическое занятие</i>	ИНН для решения генеративных задач.	4 из них 2 на ПП	Современные сверточные архитектуры. Автоэнкодеры. Задачи генерации и генеративно-состязательные сети. Практическая подготовка**: Обзор современных возможностей глубокого обучения для решения медицинских задач	ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
Всего за семестр			24 - из них на ПП 12			

* **Формы проведения занятий семинарского типа:** семинар, семинар-практикум, вебинар-семинар, коллоквиум, лабораторная работа, лабораторный практикум, симуляционное занятие, симуляционный практикум, клиническое занятие, практическое занятие, научно-практическое занятие, круглый стол, мастер-класс.

*** **Оценочные средства:** КВ-контрольные вопросы, КЗ-контрольные задания, ТЗ-тестовые задания, СЗ-ситуационные задачи, ПН-практические навыки, Д-устный доклад, Р- реферат, П-презентация и др.

4.5 Содержание внеаудиторной самостоятельной работы

№ п/п	Темы дисциплины	Количество часов	Содержание самостоятельной работы	Перечень индикаторов достижения компетенций, формируемых в процессе освоения темы	Оценочные средства** для текущего контроля
1.	Тема 1.1 Введение	6	Проработка лекционного материала Работа с тестами Решение ситуационных задач	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
2.	Тема 1.2. Обучение искусственных нейронных сетей.	6	Проработка лекционного материала Работа с тестами Решение ситуационных задач	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
3.	Тема 1.3. Регуляризация и численная оптимизация искусственных нейронных сетей	8	Проработка лекционного материала Работа с тестами Решение ситуационных задач	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
4.	Тема 2.1 Сверточные нейронные сети дифференциальных уравнений	6	Проработка лекционного материала Работа с тестами Решение ситуационных задач	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
5.	Тема 2.2 Рекуррентные нейронные сети	8	Проработка лекционного материала Работа с тестами Решение ситуационных задач	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
6.	Тема 2.3 Современные архитектуры нейронных сетей	8	Проработка лекционного материала Работа с тестами Решение ситуационных задач	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-10, ОПК-11, ПК-6	КВ, СЗ
Всего:		42			

****Оценочные средства:** КВ-контрольные вопросы, КЗ-контрольные задания, ТЗ-тестовые задания, СЗ-ситуационные задачи, ПН-практические навыки, Д-устный доклад, Р- реферат, П-презентация и др.

Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины:

1. Традиционные образовательные технологии
2. Дистанционные образовательные технологии, в том числе с возможностью синхронного и асинхронного взаимодействия посредством сети Интернет»
3. Информационные технологии (база с электронной библиотекой/методические материалы по дисциплине в системе MOODLE/тестирование в системе MOODLE и др.)
4. Технологии проблемного обучения
5. Технологии модульного обучения
6. Технологии дифференцированного обучения
7. Технологии активного обучения (инновационные)
8. Технологии группового обучения
9. Технологии игрового обучения
10. Система инновационной оценки «портфолио»
11. Технология проектов

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Оценка проверки формирования компетенций по дисциплине при текущем контроле, включая самостоятельную работу:

Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочных средств * для проверки формирования индикатора достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Проводит критический анализ проблемной ситуации и формулирует оценочные суждения	КВ, СЗ
	УК-1.2 Применяет системный подход при планировании и решении задач в профессиональной области	
	УК-1.3 Вырабатывает стратегию действий решения проблемы, формулирует гипотезу, предполагает конечный результат	
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 Выявляет и оценивает опасные ситуации, факторы риска среды обитания, влияющих на состояние здоровья популяции или отдельных групп населения	КВ, СЗ
ОПК-2. Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике, формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения	ОПК-2.2 Осуществляет комплекс мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья и включающий в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения и распространения заболеваний	КВ, СЗ
ОПК-4. Способен применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследования пациента с целью установления диагноза	ОПК-4.1 Применяет и оценивает результаты использования медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных порядком оказания медицинской помощи	КВ, СЗ
ОПК-10. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной	ОПК-10.1 Использует современные информационные, коммуникационные средства и библиографические ресурсы в профессиональной деятельности	КВ, СЗ

деятельности	ОПК-10.2 Использует информационные технологии при решении медико-биологических задач	
ОПК-11. Способен подготавливать и применять научную, научно-производственную, проектную, организационно-управленческую и нормативную документацию в системе здравоохранения	ОПК-11.1 Осуществляет поиск, отбор и анализ научной, нормативно-правовой и организационно-распорядительной документации, применяет полученные результаты в соответствии с целями и задачами профессиональной деятельности.	КВ, СЗ
ПК-6. способность к проведению анализа научной литературы и публичному представлению медицинской информации	ПК-6.1 Умеет работать с научной и справочной литературой, электронными научными базами (платформами) и владеет современными технологиями поиска научной информации	КВ, СЗ
	ПК-6.2 Представляет результаты анализа научной литературы в виде публичного выступления или письменного доклада	КВ, СЗ
	ПК-6.3 Принимает участие в научных дискуссиях, проявляя умение аргументировать свое научное мнение и формулировать гипотезу	КВ, СЗ

**Оценочные средства: КВ-контрольные вопросы, КЗ-контрольные задания, ТЗ-тестовые задания, СЗ-ситуационные задачи, ПН-практические навыки, Д-устный доклад, Р- реферат, П-презентация и др.*

5.2 Оценка проверки формирования компетенций по дисциплине при промежуточной аттестации:

Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочных средств * для проверки формирования индикатора достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Проводит критический анализ проблемной ситуации и формулирует оценочные суждения	ПРР
	УК-1.2 Применяет системный подход при планировании и решении задач в профессиональной области	
	УК-1.3 Вырабатывает стратегию действий решения проблемы, формулирует гипотезу, предполагает конечный результат	

УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 Выявляет и оценивает опасные ситуации, факторы риска среды обитания, влияющих на состояние здоровья популяции или отдельных групп населения	ПРР
ОПК-2. Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике, формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения	ОПК-2.2 Осуществляет комплекс мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья и включающий в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения и распространения заболеваний	ПРР
ОПК-4. Способен применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследования пациента с целью установления диагноза	ОПК-4.1 Применяет и оценивает результаты использования медицинских технологий, специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных порядком оказания медицинской помощи	ПРР
ОПК-10. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-10.1 Использует современные информационные, коммуникационные средства и библиографические ресурсы в профессиональной деятельности	ПРР
	ОПК-10.2 Использует информационные технологии при решении медико-биологических задач	
ОПК-11. Способен подготавливать и применять научную, научно-производственную, проектную, организационно-управленческую и нормативную документацию в системе здравоохранения	ОПК-11.1 Осуществляет поиск, отбор и анализ научной, нормативно-правовой и организационно-распорядительной документации, применяет полученные результаты в соответствии с целями и задачами профессиональной деятельности.	ПРР
ПК-6. способность к проведению анализа научной литературы и публичному представлению медицинской информации	ПК-6.1 Умеет работать с научной и справочной литературой, электронными научными базами (платформами) и владеет современными технологиями поиска научной информации	ПРР
	ПК-6.2 Представляет результаты анализа научной литературы в виде	ПРР

	публичного выступления или письменного доклада	
	ПК-6.3 Принимает участие в научных дискуссиях, проявляя умение аргументировать свое научное мнение и формулировать гипотезу	ПРР

**Оценочные средства ПРР – презентация результатов индивидуальной работы*

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет

Этапы проведения промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация проводится в один этап: защита индивидуальных заданий (ПРР – презентация результатов индивидуальной работы).

Типовые оценочные средства для проверки формирования компетенций:

Оценочное средство*	Типовое задание с эталоном ответа	Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенции
КВ	<i>Как формулируется правило обучения Хебба?</i> Вес w_{ij} связи нейрона i с нейроном j изменяется пропорционально.	УК-1, ОПК-4
СЗ	<i>Реализовать с помощью ИНС логическую операцию «ИЛИ».</i> Таблица истинности для операции «ИЛИ» $x_1 \times 2 \times y$ 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-10, ОПК-11
ПРР	<i>Разработать алгоритм для анализа гистологических изображений</i> План индивидуальной работы 1. Цель работы. 2. Постановку задачи. 3. Метод решения задачи. 4. Структурную схему алгоритма. 5. Результаты работы алгоритма. 6. Выводы.	УК-1, УК-8, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-10, ОПК-11, ПК-6

**Оценочные средства: КВ-контрольные вопросы, КЗ-контрольные задания, ТЗ-тестовые задания, СЗ-ситуационные задачи, ПН-практические навыки, Д-устный доклад, Р- реферат, П-презентация и др.*

Оценочные средства по дисциплине (приложение 1 к рабочей программе).

Перечень контрольных вопросов:

1. Что такое нейронные сети (НС)?
2. Что дает моделирование НС? Проблемы, возникающие при моделировании.
3. Свойства биологических и искусственных НС.
4. Способы реализации нейросетей.
5. Место НС среди других методов решения задач.
6. Типы задач, решаемых нейронными сетями.
7. Недостатки и ограничения НС.
8. Биологический нейрон. Структура, функции.
9. Нервный импульс (НИ). Возбуждение НИ, свойства НИ, примеры экспериментов.

Перечень ситуационных задач:

1. С помощью нейронной сети необходимо перекодировать прописные буквы в строчные (маленькие – в большие). На вход сети подается код «маленькой» буквы, с выхода «снимается» код соответствующей «большой» буквы.
2. Перевод нот из одной тональности в другую называется транспонированием. С помощью нейронной сети транспонируйте ноты на один тон выше. На вход сети подается код ноты, с выхода «снимается» код ноты на тон выше, октаву учитывать не нужно.
3. Реализуйте с помощью нейронной сети преобразование градусов в радианы.
4. Реализуйте с помощью нейронной сети конвертер валют из долларов в евро.
5. Имеется сеть с двумя входами, двумя выходами и некоторым количеством скрытых нейронов. Необходимо настроить сеть таким образом, чтобы сигналы со входа менялись на выходе сети местами. Т.е., если на вход поступили числа 0,75 и 0,34, то на выходе должны быть числа 0,34 и 0,75.
6. Научите нейронную сеть осуществлять операцию сложения двух чисел.
7. С помощью нейронной сети реализуйте определение знака зодиака по числу и месяцу. Знак зодиака определяется по величине сигнала выходного нейрона сети

6. ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

В ИМО создана и функционирует электронная информационно-образовательная среда (далее - ЭИОС), включающая в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы. ЭИОС обеспечивает освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся. Электронные библиотеки обеспечивают доступ к профессиональным базам данных, справочным и поисковым системам, а также иным информационным ресурсам.

6.1 Программное обеспечение, профессиональные базы данных, информационные справочные системы, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Операционная система семейства Windows

Пакет OpenOffice

Пакет LibreOffice

Microsoft Office Standard 2016

NETOP Vision Classroom Management Software

Образовательный портал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России

<http://moodle.almazovcentre.ru/>

САБ «Ирбис 64» - система автоматизации библиотек. Электронный каталог АРМ «Читатель» и Web-Ирбис

2. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Электронная библиотечная система «Медицинская библиотека «MEDLIB.RU»

(www.medlib.ru)

Электронная медицинская библиотека «Консультант врача» (www.rosmedlib.ru)

ЭБС «Букап» (<https://www.books-up.ru/>)

ЭБС «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Электронная библиотека Профи-Либ «Медицинская литература издательства "Спецлит"»

(<https://speclit.profy-lib.ru/>)

Всемирная база данных статей в медицинских журналах PubMed

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:

Поисковые системы Yandex (<http://www.yandex.ru/>)

Мультимедийный словарь перевода слов онлайн Мультитран (<http://www.multitrans.ru/>)

Университетская информационная система РОССИЯ (<https://uisrussia.msu.ru/>)

Публикации ВОЗ на русском языке (<https://www.who.int/ru/publications/i>)

Международные руководства по медицине (<https://www.guidelines.gov/>)

Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (<http://www.femb.ru>)

Боль и ее лечение (www.painstudy.ru)

US National Library of Medicine National Institutes of Health (www.pubmed.com)

Русский медицинский журнал (www.rmj.ru)

Министерство здравоохранения Российской Федерации (www.rosminzdrav.ru/ministry/inter)

КиберЛенинка — это научная электронная библиотека (<https://cyberleninka.ru>)

Российская государственная библиотека (www.rsl.ru)

6.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

Основная литература:

1. Ростовцев С.В.. Искусственные нейронные сети. Учебник для вузов.– СПб.: Лань, 2024.– 215 с.
2. Сириченко А.В. Искусственные нейронные сети. Практикум. .– СПб.: МИСИС, 2022.– 26 с.

Дополнительная литература

1. Паттанаяк С. Глубокое обучение и TensorFlow для профессионалов. Математический подход к построению систем искусственного интеллекта на Python / пер. с англ.– М.: Диалектика, 2019.–480с
2. Гласнер Эндрю Глубокое обучение без математики : в 2 Т. Т. 1. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 584 с.
3. Гласнер Эндрю Глубокое обучение без математики : в 2 Т. Т. 2. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 610 с.
4. Николенко С., Кадурын А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей.– СПб.: Питер, 2018.– 480 с.
5. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ.– 2-еизд., испр.– М.: ДМК Пресс, 2018.– 652 с.
6. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. – СПб.: Питер, 2018.– 400

2. 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебно-методические материалы* для обучающихся

7.2 Учебно-методические материалы* для преподавателей

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине **«Нейронные сети в медицине»** программы высшего образования - специалитет по специальности 31.05.01 Лечебное дело Центр Алмазова располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебной дисциплиной.

Для проведения занятий по дисциплине **«Нейронные сети в медицине»** специальные помещения имеют материально-техническое и учебно-методическое обеспечение:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины (модуля). Лекционные занятия проводятся в соответствии с расписанием занятий.

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа (практические занятия) - укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения для представления учебной информации. Практические занятия проводятся в соответствии с расписанием занятий на базе ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом к электронной информационно-образовательной среде организации.

Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы отражена в Справке о материально-техническом обеспечении основной образовательной программы высшего образования – программы специалитета.

9. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Состав научно-педагогических работников обеспечивающих осуществление образовательного процесса по дисциплине **«Нейронные сети в медицине»** соответствует требованиям ФГОС ВО – специалитет по специальности 31.05.01 Лечебное дело.

10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется кафедрой с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения рабочей программы дисциплины **«Нейронные сети в медицине»** инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья кафедра обеспечивает:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

– размещение в местах доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;

– присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

– выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

– надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

3) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

– возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

При освоении рабочей программы дисциплины обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средств обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России	
Сертификат	00FD35568D6E44A682C5AE0E82D9AC2C35
Владелец	Пармон Елена Валерьевна
Действителен	с 26.06.2024 по 19.09.2025